

Measurement of the photon angular distribution  
in the W+photon production in 1.8 TeV  
proton-antiproton collisions

著者	Shitashima Makoto
内容記述	Thesis (Ph.D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 1673, 1997.3.24
発行年	1997
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/5882">http://hdl.handle.net/2241/5882</a>

氏 名(本 籍)	したしま まこと 下 島 真 (東 京 都)
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 1,673 号
学位授与年月日	平成 9 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	物 理 学 研 究 科
学位論文題目	Measurement of the Photon Angular Distribution in the W+Photon Production in 1.8 TeV Proton-Antiproton Collisions (重心系1.8TeV 陽子反陽子衝突での W+光子生成における光子生成角分布の測定)
主 査	筑波大学教授 理学博士 滝 川 紘 治
副 査	筑波大学教授 理学博士 原 康 夫
副 査	筑波大学教授 理学博士 近 藤 都 登
副 査	筑波大学教授 理学博士 金 信 弘

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

この論文は、重心系エネルギー1.8TeVの陽子反陽子衝突においてWボソン・光子随伴生成の事象を観測し、Wボソン・光子重心系での光子の生成角分布を初めて測定した研究に関するものである。

Wボソンと光子の随伴生成過程は、ゲージボソン対生成過程の中では最も生成断面積が大きく観測しやすい利点に加え、「輻射振幅ゼロ」と呼ばれる顕著な特徴を示すことが予測されている。これは、クォークと反クォークが衝突してWボソンと光子が生成される過程において光子の生成角分布をWボソン・光子重心系で測定すると、ある特定の方向に光子がまったく発生しないという現象である。Wボソン・光子随伴生成に寄与する振幅が互いに干渉し、標準模型では完全に打ち消しあうために起こると説明され、輻射振幅ゼロの観測はWボソンが標準模型で規定されるようなゲージ粒子であることの直接的な検証になる。

輻射振幅ゼロを観測する際の物理的バックグラウンドとしては、Wボソンの崩壊で生じた荷電レプトン（電子またはミュー粒子）から光子が放射される過程と、Wボソンが光子を放射して荷電レプトンとニュートリノに崩壊する過程がある。

実験は、米国フェルミ研究所のテバトロン加速器におけるCDF検出器（Collider Detector at Fermilab）を用いて行われ、1992年から1995年にかけて積算ルミノシティ $110\text{pb}^{-1}$ のデータを収集した。そのデータの中で、Wボソンのレプトン崩壊に期待される大きな横方向運動量の電子またはミュー粒子を含むサンプルを解析して、Wボソンと光子が同時に発生している事象を202イベント選び出した。ここで、光子の方向が荷電レプトンからある程度離れていることを要求して、荷電レプトンから来る光子をある程度除いてある。

Wボソン輻射崩壊のバックグラウンドの除去は、ニュートリノの縦方向運動量を未知数として、荷電レプトン、ニュートリノ、光子の3体で不変質量を組み、それがWボソン質量となる解が存在する場合、それらの事象はWボソン輻射崩壊のバックグラウンドとして取り除くことにより行った。これにより、202イベントのうち75イベントが残った。

これらのイベントを用いて、Wボソン・光子重心系における光子の角分布を求めた。Wボソン・光子重心系に移る際、ニュートリノの縦方向運動量が測定されていないため2つの解が存在するが、レプトンの電荷に従って、ヘリシティ保存則から好まれる解を選んだ。最後に、荷電レプトン・光子の角度分離のカットをきつくる

ことにより、最終的に56イベントが残り、輻射振幅ゼロの特徴を示す光子生成角分布が観測された。

測定上の主なバックグラウンドは、W ボソン+ジェット生成のジェットを光子と見なしてしまった事象であるが、それらは実験データから評価した。本研究で得られた光子生成角分布は、標準模型の予測バックグラウンドを加えたものと80%の確率で一致している。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

「輻射振幅ゼロ」の現象は、W ボソンが標準模型の電弱統一理論で規定されるようなゲージ粒子であることの直接的な検証になるものである。この論文は、最新の1.8TeV 陽子反陽子衝突におけるW ボソン・光子随伴生成事象を解析し、著者独自の考案による巧みな方法により物理的バックグラウンドを取り除いて、輻射振幅ゼロに対応する光子生成角分布をW ボソン・光子重心系で初めて観測したものであり、素粒子物理学の分野に貢献するところが大きい。

研究はグループによる共同研究であるが、著者は、検出器の作製、本実験への参加などの後、上記の解析を独力で行った。著者は、検出器の面では、新しくCDF に設置されたミュー粒子検出器の開発・製作・設置などを行い、本実験では、チェンバー高電圧制御システムの運転維持を担当し、さらに陽子反陽子衝突のデータ取得を担当して、実験の遂行に貢献した。解析の面では、本論文で述べられているW ボソン輻射崩壊バックグラウンドの除去方法（ニュートリノの縦方向運動量を未知数として、荷量レプトン、ニュートリノ、光子の3体で不変質量を組み、それがW ボソン質量となる場合、バックグラウンドとして取り除く）は、著者独自のアイディアによるものである。著者は、このアイディアをもとに注意深い解析を行い、重要な実験結果を得たものであり、その研究は高く評価される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。